

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-214997

(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl.

H04N 9/31
G02F 1/1335
G03B 33/12
G09F 9/00

(21)Application number : 08-242202

(71)Applicant :

SHARP CORP

(22)Date of filing : 12.09.1996

(72)Inventor :

NAKANISHI HIROSHI
ADACHI MASAHIRO
MAKI TOSHIYUKI
NAGASHIMA NOBUYOSHI
MASUDA TAKASHI

(30)Priority

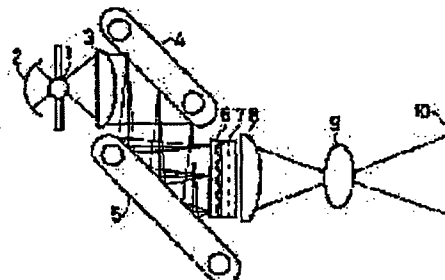
Priority number : 07309376 Priority date : 28.11.1995 Priority country : JP

(54) PROJECTION IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a projection image display device in which a high light utilizing efficiency is obtained and a color image with high resolution is realized while keeping advantages of compactness of a single plate type by dividing a white light from a light source into red, green and blue colors, making the luminous flux incident to corresponding pixels of a display panel and selecting in time division the red, green, blue lights made incident into each pixel sequentially.

SOLUTION: A light source section is made up of a light source 1, a spherical mirror 2 and a condenser lens 3 and an optical means is provided with 1st and 2nd hologram elements 4, 5. A liquid crystal display panel 7 is provided with a micro lens array 6 as a light collection means and a field lens 8 and a projection lens 9 project an image onto a screen 10. Furthermore, a color changeover means provided to the device is used to switch sequentially a wavelength band of a light made incident to each picture element of the display panel 7 through mutual replacement of division wavelength band of an optical means to each picture element for each vertical scanning of the display panel 7 so as to display an image corresponding to the color of the light made incident to each picture element onto the display panel 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3418508

[Date of registration]

11.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-214997

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) IntCl ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 9/31			H 0 4 N 9/31	C
G 0 2 F 1/1335	5 3 0		G 0 2 F 1/1335	5 3 0
G 0 3 B 33/12			G 0 3 B 33/12	
G 0 9 F 9/00	3 6 0		G 0 9 F 9/00	3 6 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-242202

(22) 出願日 平成8年(1996)9月12日

(31) 優先権主張番号 特願平7-309376

(32) 優先日 平7(1995)11月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 中西 浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 足立 昌浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 横井 俊之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 野河 信太郎

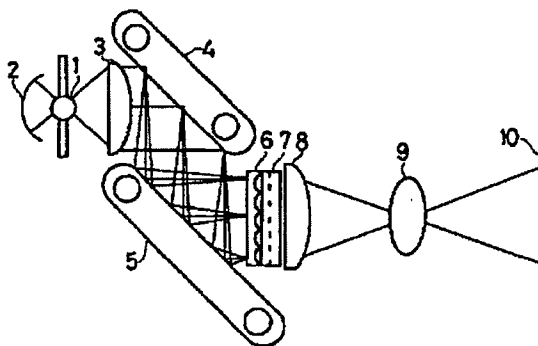
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投影型画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 画像表示パネルの同じ領域に、垂直走査毎に R、G、B の光を入換えて照射することにより、表示品位のすぐれた画像を得る。

【解決手段】 ランプと、画像表示パネルと、ランプからの光を複数の波長域に分割し異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射する光学手段と、光学手段によって照射された同じ領域の複数の光を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、投影レンズと、色切換え手段とを備え、色切換え手段により、画像表示パネルの垂直走査毎に光学手段の分割波長域を相互に入換えて画像表示パネルの画素に入射される光の波長域を順次切換え、その切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、

多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、

光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射する光学手段と、

光学手段によって照射された同じ領域の複数の光を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、

画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、

画像表示パネルの垂直走査毎に光学手段の分割波長域を相互に入換えて画像表示パネルの画素に入射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、

色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置。

【請求項2】 前記光学手段が、光の波長域毎に異なる回折角を有するホログラム素子からなり、前記色切換え手段が、画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、そのホログラム素子の光の回折角を順次変化させる駆動装置からなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項3】 前記光学手段が、複数の波長域の光にそれぞれ対応する複数の誘電体ミラーからなり、前記色切換え手段が、画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、その複数の誘電体ミラーが対応する光の波長域を順次変化させる駆動装置からなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項4】 前記集光手段がマイクロレンズアレイからなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項5】 前記集光手段が光の波長域毎に異なる回折角を有する透過型のホログラム素子からなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項6】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の3原色に分割する第1のホログラム素子と、第1のホログラム素子によって分割された赤、緑、青の光を異なる方向から同じ領域に収束させる第2のホログラム素子からなり、

前記集光手段が、第1と第2のホログラム素子によって照射された同じ領域の赤、緑、青の光をそれぞれ液晶表示パネルの対応する開口部に集光させるマイクロレンズアレイからなり、

前記色切換え手段が、第1のホログラム素子と第2のホログラム素子とをそれぞれ液晶表示パネルの走査周期に同期させて移動させることにより液晶表示パネルの同じ

画素に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項7】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の3原色に分割し、分割した赤、緑、青の光を異なる方向から同じ領域に収束させる3枚のダイクロイックミラーからなり、

前記集光手段が、前記3枚のダイクロイックミラーによって照射された同じ領域の赤、緑、青の光をそれぞれ液晶表示パネルの対応する開口部に集光させるマイクロレンズアレイからなり、

前記色切換え手段が、前記3枚のダイクロイックミラーを液晶表示パネルの走査周期に同期させてそれぞれ作動させることにより液晶表示パネルの同じ画素に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項1記載の投影型画像表示装置。

【請求項8】 光源と、

多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、

光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を画像表示パネルの複数の分割領域にそれぞれ照射する波長選択性を有する光学手段と、

画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、

画像表示パネルの垂直走査毎に光学手段の分割波長域を相互に入換えて画像表示パネルの各分割領域に照射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、色切換え手段による切換え毎に各分割領域に照射される光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置。

【請求項9】 前記光学手段が、光の波長域毎に異なる回折角を有するホログラム素子からなり、前記色切換え手段が、画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、そのホログラム素子の光の回折角を順次変化させる駆動装置からなることを特徴とする請求項8記載の投影型画像表示装置。

【請求項10】 前記光学手段が、複数の波長域の光にそれぞれ対応する複数の誘電体ミラーからなり、前記色切換え手段が、画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、その複数の誘電体ミラーが対応する光の波長域を順次変化させる駆動装置からなることを特徴とする請求項8記載の投影型画像表示装置。

【請求項11】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の3原色に分割し、それらの赤、緑、青の光を液晶表示パネルを3分割した分割領域にそれぞれ照射する3色光分離用のホログラム素子からなり、

前記色切換え手段が、前記ホログラム素子を液晶表示パネルの走査周期に同期させて移動させることにより液晶表示パネルの同じ分割領域に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項 8 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 12】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の 3 原色に分割し、それらの赤、緑、青の光を液晶表示パネルを 3 分割した分割領域にそれぞれ照射する 3 枚のダイクロイックミラーからなり、

前記色切換え手段が、前記 3 枚のダイクロイックミラーを液晶表示パネルの走査周期に同期させてそれぞれ作動させることにより液晶表示パネルの同じ分割領域に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項 8 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 13】 光源と、
多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、
光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射する光学手段と、
光学手段によって照射された同じ領域の複数の光を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、
画像表示パネルにより変調された光を受け、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、
集光手段を画素ピッチ単位で移動させることにより、画像表示パネルの垂直走査毎に画像表示パネルの画素に入射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、
色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置。

【請求項 14】 前記光学手段が光の波長域毎に異なる回折角を有するホログラム素子からなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 15】 前記光学手段が複数の波長域の光にそれぞれ対応する複数の誘電体ミラーからなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 16】 前記集光手段がマイクロレンズアレイからなり、前記色切換え手段が、そのマイクロレンズアレイを画素ピッチ単位で移動させることが可能な駆動装置からなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 17】 前記集光手段が光の波長域毎に異なる回折角を有する透過型のホログラム素子からなり、前記色切換え手段が、その透過型のホログラム素子を画素ピッチ単位で移動させることが可能な駆動装置からなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 18】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の 3 原色に分割する第 1 のホログラム素子と、第 1 のホログラム素子によって分割された赤、緑、青の光を異なる方向から同じ領域に収束させる第 2 のホログラム素子からなり、

前記集光手段が、第 1 と第 2 のホログラム素子によって照射された同じ領域の赤、緑、青の光をそれぞれ液晶表示パネルの対応する開口部に集光させるマイクロレンズアレイからなり、

前記色切換え手段が、前記マイクロレンズアレイを液晶表示パネルの走査周期に同期させて画素ピッチ単位で移動させることにより液晶表示パネルの同じ画素に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 19】 前記画像表示パネルが液晶表示パネルからなり、

前記光学手段が、光源からの光を赤、緑、青の光の 3 原色に分割し、分割した赤、緑、青の光を異なる方向から同じ領域に収束させる 3 枚のダイクロイックミラーからなり、

前記集光手段が、前記 3 枚のダイクロイックミラーによって照射された同じ領域の赤、緑、青の光をそれぞれ液晶表示パネルの対応する開口部に集光させるマイクロレンズアレイからなり、

前記色切換え手段が、前記マイクロレンズアレイを液晶表示パネルの走査周期に同期させて画素ピッチ単位で移動させることにより液晶表示パネルの同じ画素に入射される赤、緑、青の光を順次切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項 13 記載の投影型画像表示装置。

【請求項 20】 光源と、
多数の画素からなる表示領域を有し、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、
光源からの光を複数の波長域の光束に分割し、それらの複数の波長域の光束を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて画像表示パネルの表示領域に照射する光学手段と、

光学手段によって分割された複数の波長域の光束を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、

画像表示パネルによって変調された光を受け、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、
画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、前記複数の波長域の光束の画像表示パネルへの入射角度を切換えることにより、画像表示パネルの画素に入射する光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、

色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置。

【請求項21】 前記集光手段がマイクロレンズアレイからなることを特徴とする請求項20記載の投影型画像表示装置。

【請求項22】 前記集光手段が光の波長域毎に異なる回折角を有する透過型のホログラム素子からなることを特徴とする請求項20記載の投影型画像表示装置。

【請求項23】 前記光学手段が、前記複数の波長域の光束にそれぞれ対応し、かつ、前記光源からの光束の光路上に順次配置された複数の誘電体ミラーと、それらの複数の誘電体ミラーからの複数の波長域の光束を画像表示パネルに向けて反射させる平面鏡からなり、前記色切換え手段が、その平面鏡の前記複数の波長域の光束に対してなす角度を切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項20記載の投影型画像表示装置。

【請求項24】 前記光学手段が、前記複数の波長域の光束にそれぞれ対応し、かつ、前記光源からの光束の光路上に順次配置された複数の誘電体ミラーからなり、前記色切換え手段が、それらの複数の誘電体ミラーの前記光源からの光束に対してなす角度を切換える駆動装置からなることを特徴とする請求項20記載の投影型画像表示装置。

【請求項25】 前記複数の誘電体ミラーに代えて反射型のホログラム素子を用いることを特徴とする請求項23又は24記載の投影型画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、投影型画像表示装置に関し、さらに詳しくは、カラーフィルタを用いずに、1枚の液晶表示パネルによりカラー表示を行う投影型の単板式カラー液晶表示装置に関し、特にコンパクトな投影型カラー液晶テレビジョンシステムや情報表示システムに利用される。

【0002】

【従来の技術】従来の投影型液晶表示装置について説明する。投影型液晶表示装置は、液晶表示素子それ自体が発光しないため、別に光源を設ける必要があるが、投影型ブラウン管表示装置と比較すると、色再現範囲が広い、小型、軽量、コンバージェンス調整が不用などの非常に優れた特徴を持っているため、今後の発展が期待される。

【0003】液晶表示パネルを用いた投影型カラー表示方式には、3原色に応じて液晶表示パネルを3枚用いる3板式と、1枚のみを用いる単板式がある。前者の3板式は、白色光を赤、緑、青（以下R、G、Bという）の3原色それぞれの色光に分割する光学系と、その色光を制御して画像を形成する液晶表示パネルをそれぞれ独立に設け、各色の画像を光学的に重畳してフルカラー表示を行う。この3板式の構成では、白色光源から放射される光を有効に利用できるが、光学系が複雑で部品点数が多くなってしまい、コスト、および小型化の点では後述

の単板式に比べて一般的に不利である。

【0004】後者の単板式は、モザイク状、ストライプ状等の3原色カラーフィルタパターンを備えた液晶表示パネルを投影光学系によって投影するもので、これについては、例えば、特開昭59-230383号公報に記載されたものなどが知られている。単板式は、液晶表示パネルの使用は1枚のみであり、光学系も3板式と比べて単純な構成で済み、低コスト、小型の投影型システムに適している。しかし、カラーフィルタを用いる単板式での明るさは、カラーフィルタでの光吸収が発生するため、同等の光源を用いた3板式と比較して約1/3に低下してしまう。また、この方式では液晶表示パネルのR、G、Bに対応する画素が1つのグループとなって表示を行う必要があるため、解像度に関しても3板式の1/3に低下してしまう。

【0005】光源を明るくすることは明るさ低下に対する1つの解決法であるが、民生用として使用する場合、消費電力の大きな光源を用いることは好ましくない。また、吸収タイプのカラーフィルタを用いる場合、カラーフィルタに吸収された光のエネルギーは熱に変わるため、いたずらに光源を明るくすると、液晶表示パネルの温度上昇を引き起こすだけでなく、カラーフィルタの退色が加速される。したがって、与えられた光束を如何に有効に利用するかが投影型画像表示装置の利用価値を向上させる上で重要な課題である。

【0006】このような単板式液晶表示装置の明るさを向上させるため、扇形に配置された例えばダイクロイックミラーのような誘電体ミラーに白色光を入射させ、R、G、Bの各光束に分割し、液晶表示パネルの光源側に配置されているマイクロレンズアレイに異なった角度で入射させることにより、入射する各光束が入射角に応じてマイクロレンズを通過する際に、それぞれ対応する色信号が独立して印加されている表示電極で駆動される液晶部位へ光束が色毎に分配照射されるように構成することにより、光の利用効率の向上を意図したものが提案されている（特開平4-60538号公報参照）。

【0007】また、上記誘電体ミラーの代わりに、光源からのR、G、B光に対応する透過型のホログラム素子を用いて光利用率向上を図ったもの、透過型ホログラム素子に液晶表示パネルの画素ピッチに対応した周期的構造を持たせ、誘電体ミラーとマイクロレンズの機能を付加したものが、それぞれ特開平5-249318号公報、特開平6-222361号公報に記載されている。

【0008】単板式のもう1つの課題である解像度については、『カラー液晶ディスプレイ』（小林駿介著 産業図書 平成2年12月14日発行）のP115～P123に、フィールド順次方式を用いることによって1枚の液晶表示パネルで、3板式と同等の解像度を得る方法が記載されている。フィールド順次方式は、時分割で次々に色の切換えを行い、この切換えを目で判別できない

スピードで行うことにより、それぞれの色が加法混色されて見えるという現象（継続加法混色）を利用したもので、例えば、図29に示すような構成をとる。

【0009】これは、R、G、Bのカラーフィルタにより構成した円盤を液晶表示パネルの垂直走査周期に合わせて高速回転させ、そのときのカラーフィルタの色に対応した画像信号を液晶表示パネルに入力するもので、各色に対する画像の合成像が目には認識される。よって、上記単板方式と異なり、液晶表示パネルの1つのドットで時分割にR、G、Bの画像を表示するため、解像度は3板式と同じになる。

【0010】また、上記フィールド順次方式の別の実施形態として、光源からの白色光を誘電体ミラーによってR、G、Bの光束に分離し、それぞれの光を液晶表示パネルの異なるエリアに入射させ、液晶表示パネルの前方に配置したキューブ状のプリズムを回転させることにより、液晶表示パネルに対するR、G、Bの光束の照射位置を順次切換える方法が『Euro Display'93』のP249～P252に記載されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平4-60538号公報、特開平5-249318号公報、特開平6-222361号公報等に記載してある方法では、明るさについては改善されるものの、解像度についてはR、G、Bのドットのグループ単位で表示を行うため、3板式の1/3のままである。

【0012】フィールド順次方式では、解像度は3板式と同等であるが、明るさについては従来の単板式と同様の課題を残している。また、『Euro Display'93』のP249～P252に記載されている方法では、R、G、Bの光束の照射位置を重複させないために非常に平行度のよい照明光を必要とする。したがって、照明光の平行度の規制によって光の利用効率が低下する。よって、各方式とも単板式の課題である明るさ、および解像度を両立させてはいない。

【0013】本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、明るく、高解像度で均一な表示が得られ、かつ、小型化、低コスト化を図ることができる投影型画像表示装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明は、光源と、多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射する光学手段と、光学手段によって照射された同じ領域の複数の光を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、画像表示パネルの垂直走査毎に光学手段の分割波長域を

相互に入換えて画像表示パネルの画素に入射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置である。

【0015】この発明によれば、光源からの白色光を複数の波長域の光束に分光し、それぞれの光束を1枚の画像表示パネルの対応する画素開口部へ入射させ、各光束毎に光変調する。また、この時画像表示パネルの垂直走査周期に同期させてこれらの光束の入射角度を順次切換えることにより、従来発生していたカラーフィルタでの光のロスがなくし、明るい画像を実現できるだけでなく、従来の単板式の3倍の解像度を得ることができる。

【0016】また、この発明は、光源と、多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を画像表示パネルの複数の分割領域にそれぞれ照射する波長選択性を有する光学手段と、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、画像表示パネルの垂直走査毎に光学手段の分割波長域を相互に入換えて画像表示パネルの各分割領域に照射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、色切換え手段による切換え毎に各分割領域に照射される光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置である。

【0017】この発明によれば、光源からの白色光を波長選択性のある光学手段により複数の波長域の光束に分光し、それぞれの光束を1枚の画像表示パネルの表示エリアにそれぞれの光束が重ならないように入射させ、各光束毎に光変調する。また、この時画像表示パネルの垂直走査周期に同期させてこれらの光束の入射エリアを順次切換えることにより、従来発生していたカラーフィルタでの光のロスや、光学手段として波長選択性のないプリズムなどを用いた時に発生していた従来の色むらをなくし、明るい画像を実現できるだけでなく、従来の単板式の3倍の解像度を得ることができる。

【0018】また、この発明は、光源と、多数の画素からなり、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射する光学手段と、光学手段によって照射された同じ領域の複数の光を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、画像表示パネルにより変調された光を受け、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、集光手段を画素ピッチ単位で移動させることにより、画像表示パネルの垂直走査毎に画像表示パネルの画素に入射される光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像

表示装置である。

【0019】この発明によれば、光源からの白色光を複数の波長域の光束に分光し、それぞれの光束を1枚の画像表示パネルの対応する画素開口部へ入射させ、各光束毎に光変調する。この時、画像表示パネルの垂直走査周期に同期させて、それぞれの光束を画像表示パネルの対応する画素開口部に入射させる集光手段を画素ピッチ単位で順次移動させることで、画像表示パネルの画素開口部に入射する光束が他の波長域の光束と切替わるため、従来発生していたカラーフィルタでの光のロスがなくし、明るい画像を実現できるだけでなく、従来の単板式の3倍の解像度を得ることができる。

【0020】また、この発明は、光源と、多数の画素からなる表示領域を有し、かつ垂直走査機能を有する画像表示パネルと、光源からの光を複数の波長域の光束に分割し、それらの複数の波長域の光束を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて画像表示パネルの表示領域に照射する光学手段と、光学手段によって分割された複数の波長域の光束を各波長域毎に画像表示パネルの対応する画素の開口部に集光させる集光手段と、画像表示パネルによって変調された光を受け、画像表示パネルに表示された画像を投影する投影手段と、画像表示パネルの垂直走査周期に同期して、前記複数の波長域の光束の画像表示パネルへの入射角度を切換えることにより、画像表示パネルの画素に入射する光の波長域を順次切換える色切換え手段とを備え、色切換え手段による切換え毎に各画素に入射する光の色に対応する画像を画像表示パネルに表示することを特徴とする投影型画像表示装置である。

【0021】この発明によれば、光源からの白色光を光学手段によって複数の波長域の光束に分割し、それぞれの光束を集光手段によって1枚の画像表示パネルの対応する画素開口部へ入射させ、画像表示パネルによって各光束毎に光変調する。また、このとき、画像表示パネルの垂直走査周期に同期させてこれらの光束の画像表示パネルへの入射角度を切換え、画像表示パネルの各画素の開口部に順次、各波長の光束を入射させることによってフィールド順次方式を実現する。したがって、従来発生していたカラーフィルタでの光のロスをなくし、明るい画像を実現できるだけでなく、従来の単板式の3倍の解像度を得ることができる。

$$\eta = \tanh^2(\pi \Delta n d / \lambda \cos \theta) \quad \cdots \cdots (式1)$$

透過型ホログラムでは、

$$\eta = \sin^2(\pi \Delta n d / \lambda \cos \theta) \quad \cdots \cdots (式2)$$

で表される(図31の(a)及び(b)参照)。

【0027】ここで、 d はホログラム素子の厚さ、 λ は回折光の波長、 θ は2光束がなす角度である。ホログラム素子の作成は上記式1、2にもとづいて、高い回折効率を得られる条件に設定する必要がある。特に透過型ホログラムでは、 $\Delta n d / \lambda \cos \theta$ の変化に合わせて一

【0022】この発明において、光源としては、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ等の従来公知の各種のランプを用いることができる。画像表示パネルとしては、多数の画素によって画像を表示することが可能で、かつ垂直走査機能を有するものであれば、各種の表示パネルを用いることができるが、透過型の液晶表示パネルを用いることが望ましい。この液晶表示パネルとしては、その垂直走査期間以下のレスポンスを持ったものであれば、TN(ツイステッド ネマティック)モードの液晶、双安定型ネマティック液晶、強誘電性液晶などの各種の液晶を用いることができる。

【0023】光学手段としては、光源からの光を複数の波長域に分割し、それらの分割した光を異なる方向から同じ領域にオーバーラップさせて照射できるもの、あるいはそれらの分割した光を画像表示パネルの複数の分割領域にそれぞれ照射できるものであればよく、反射型や透過型のホログラム素子や誘電体ミラーのような波長選択機能を有する各種の光学素子と、その光学素子から画像表示パネルに至るまでの光路を変更する、例えば平面鏡、凹面鏡、凸面鏡等や、凹レンズ、凸レンズ等の光路変更機能を有する光学系とを組合わせたものを用いることができる。

【0024】例えば、光学手段をホログラム素子で構成する場合には、光の波長域毎に異なる回折角を有するホログラム素子を用いる。この場合には、例えば1枚のホログラム素子で複数の波長域に対応できるものを使用してもよいし、各波長域に対応するホログラム素子を貼り合わせたものを使用してもよく、これにより、白色光を複数の波長域の光束に分割できるようにする。

【0025】本発明に用いるホログラム素子としては、図30に示すように、ホログラム記録用基板上にできる2光束の干渉縞を屈折率の差(Δn)として記録することにより作成したホログラム素子を使用することができる。ここで、2光束の角度設定は、「レーザと画像」龍岡静夫著(共立出版)のP77~P81に記述してあるように、使用する波長域の光がブラッグの回折条件を満たすように設定すればよい。

【0026】また、ホログラム素子の回折効率 η は、Kogelnikのカップル波理論より導く事ができ、反射型ホログラムでは、

定の周期をもって変動するため、設定が少しでもずれると回折効率が低下する。よって、回折効率が単調に増加し $\Delta n d / \lambda \cos \theta$ が1を越える範囲で回折効率がほぼ100%となっている反射型ホログラム素子よりも、厳密な条件設定が必要である。

【0028】また、例えば、光学手段を誘電体ミラーで

構成する場合には、複数の波長域の光にそれぞれ対応する複数の誘電体ミラーを用いる。この場合、複数の誘電体ミラーとしては、特定波長域に対応する誘電体ミラーを重ねたものであってもよいし、特定波長域に対応する誘電体ミラーを平面的に結合したものであってもよい。

【0029】集光手段としては、マイクロレンズアレイや透過型のホログラム素子などを用いることができる。投影手段としては、従来公知の光学系を用いることができる。

【0030】色切換え手段は、画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を順次切換えることができるものであればよい。このためには、色切換え手段は、光学手段を駆動する駆動装置であってもよいし、集光手段を駆動する駆動装置であってもよい。あるいは、上述した光路変更機能を有する光学系を用いる場合には、この光学系を駆動する駆動装置であってもよい。

【0031】ここで、光学手段を駆動する駆動装置とは、例えば、光学手段がホログラム素子から構成されている場合には、ホログラム素子の移動、回転、角度変化等を行うことで画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を切換える駆動装置を意味する。あるいは光学手段が誘電体ミラーから構成されている場合には、誘電体ミラーの移動、回転、角度変化等を行うことで画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を切換える駆動装置を意味する。

【0032】また、集光手段を駆動する駆動装置とは、例えば、集光手段がマイクロレンズアレイから構成されている場合には、画素ピッチ単位でマイクロレンズアレイの移動、回転、角度変化等を行うことで画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を切換える駆動装置を意味する。あるいは集光手段が透過型のホログラム素子から構成されている場合には、画素ピッチ単位で透過型のホログラム素子の移動、回転、角度変化等を行うことで画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を切換える駆動装置を意味する。

【0033】また、光路変更機能を有する光学系を駆動する駆動装置とは、例えば、光学系が平面鏡やレンズから構成されている場合には、これらの平面鏡やレンズの移動、回転、角度変化等を行うことで画像表示パネルに入射又は照射される光の波長域を切換える駆動装置を意味する。上記のような駆動装置としては、各種のマニピレータやステッピングモータを適用することができる。

【0034】上記において、誘電体ミラーの角度を変化させる駆動装置を用いる場合には、例えば、白色光をR、G、Bの3原色に分離する場合であれば、図26、図27及び図28に示すように、駆動装置によって複数の誘電体ミラーの光源からの光束に対してなす角度を切換えると、画像表示パネルの画素に入射される光の波長域がシフトする。すなわち、図24の(a)、(b)、

(c)の入射角度に応じて図26、図27、図28にそれぞれ(a)、(b)、(c)で示すように波長域がずれる。このように、誘電体ミラーでは、反射する光の波長域は光の入射角に依存する傾向がある。したがって、複数の誘電体ミラーは、それによって反射される光束をすべて合成した状態で色再現範囲が十分に得られるようにそれぞれの反射する波長域を設計する。

【0035】以上の構成により、画像表示パネルの隣接する第1、第2、第3の3つの画素に画像表示パネルの垂直走査周期に合わせて、例えば、R、G、B→G、B、R→B、R、Gというように、順次R、G、Bの光（ここでは、光束をR、G、Bの3原色とする）を入射させると、3周期でフルカラーの画像を表示することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、図面に示す実施例に基づいてこの発明を詳述する。なお、これによってこの発明が限定されるものではない。

【0037】実施例1

図1は本発明の投影型カラー画像表示装置の模式図である。この図において、1は光源、2は球面鏡、3はコンデンサーレンズ、4及び5は光学手段としての第1ホログラム素子及び第2ホログラム素子、7は集光手段としてのマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル、8はフィールドレンズ、9は投影レンズ、10はスクリーンである。フィールドレンズ8と投影レンズ9は投影手段として機能する。

【0038】本実施例においては、画像表示パネルとして液晶表示パネル7を用いている。また、光源1としては、150W、アーク長5mm、アークの径2.2mmのメタルハライドランプを用い、この光源1をアークが図の紙面に対して水平になるように配置した。光源1としては他にハロゲンランプやキセノンランプを用いる事ができる。光源1の背面には球面鏡2が配置され、前面には口径80mmφ、焦点距離60mmのコンデンサーレンズ3が配置されている。

【0039】球面鏡2はその中心が光源1の発光部の中心と一致するように配置され、さらに光源1はその中心がコンデンサーレンズ3の焦点と一致するように配置されている。このような配置により、光源1から出射されてコンデンサーレンズ3を通過した光の平行度は、アーク長方向（図の紙面に水平な方向）で約2.2°、アーク径の方向では約1°である。

【0040】コンデンサーレンズ3の前方には、光源1中に含まれるR、G、Bの3原色光をそれぞれ異なる方向に回折する反射型の第1ホログラム素子4と、第1ホログラム素子4からのR、G、Bの回折光を受け、これらの光をマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル7にそれぞれ異なる角度で入射するように回折する反射型の第2ホログラム素子5とが配置されている。

【0041】第1, 第2ホログラム素子4, 5には、色切換え手段としてのキャタピラー状の回転機構（駆動装置）が付いている。そして、液晶表示パネル7で変調されたR, G, B光は、フィールドレンズ8を通過後、投影レンズ9によりスクリーン10に投影される。

【0042】本実施例では、図2に示すように液晶表示パネル7の3つの画素に対して1つのマイクロレンズが対応している。また、液晶表示パネル7は480(H)×640(V)走査線をインターレース駆動しており、画素ピッチは130 μ m×130 μ mである。この液晶表示パネル7に対するR, G, B光の入射角度は、後述する液晶表示パネル7の画素ピッチP及びマイクロレンズの焦点距離fから求められる。

【0043】本実施例では図3に示すように、A, B, C及びA', B', C'の各エリアでR, G, Bのそれぞれの光に対して、回折角の異なるリップマンホログラムにて第1, 第2ホログラム素子4, 5を構成し、液晶表示パネルの垂直走査周期と同期させて回転機構を回転させ、A, B, C及びA', B', C'のエリアを移動させることにより、液晶表示パネルに対するR, G, B光の入射角度を順次切換える。ここで、Rのホログラム素子は約600nm以上の可視光、Bのホログラム素子は約500nm以下の可視光、Gのホログラム素子は500nm～570nmの可視光をそれぞれ反射するように設定した。

【0044】なお、図3(b)は回転機構に巻き付けたホログラム素子の展開図である。また、本実施例ではR, G, B光に対応するホログラム素子3枚を重ねあわせて使用したが、R, G, B光を多重露光することによって、上記分光特性を持たせた多重ホログラム素子1枚を用いてもよい。

【0045】光学系をこのように配置することにより、R, G, B光はそれぞれ対応する反射型ホログラムによって回折された後、液晶表示パネル7に付設されているマイクロレンズアレイ6に入射し、この時の各色の光束の入射角度を次に述べるように適切に選ぶと、図4に示すようにマイクロレンズによって各色に対応する画素に振り分けられる。この条件とは、R, G, B光のどの2色についてもそれらの光束のマイクロレンズに対する入射角の差を θ 、マイクロレンズの空気中での焦点距離をf、対応する色の水平方向の画素間隔をPとすると、 $\tan \theta = P/f$ …… (式3) と表すことができる。

【0046】本実施例では、ホログラム記録材料用としてデュボン(株)製オムニデックス600を用い、アルゴンレーザ(波長488nm)にて2つの平行光束を両者の間の角度を調節して照射し、この時生じた干渉縞を記録した。

【0047】上記ホログラム材料は、「フォトポリマ技術の新展開」(株)東レリサーチセンター出版のP87

～P90に記述してあるように、モノマ、開始剤、増感色素を含む高分子記録フィルムであり、以下に示す3つの工程により、R, G, Bそれぞれに対応する干渉縞をホログラムに記録する事ができる。

(a) レーザ光による露光: 200mJ/cm² (物体光強度と参照光強度の合計)

(b) 紫外線照射: 100mJ/cm²

(c) 加熱: 120° (2時間)

【0048】初期状態では、モノマは記録フィルム内に均一に分布しているが、レーザ光により露光を行うと、露光部でモノマが重合しポリマに変わっていくにつれ、周囲からモノマが移動する。よって、露光部ではモノマの密度が高くなり、その他のエリアでは低くなる。この時ポリマとモノマの屈折率が異なれば、干渉縞に対応した屈折率分布が発生する(上記工程(a))。次に、紫外線を全面に照射して未反応のモノマの重合を完結させる(上記工程(b))。そして最後に加熱することにより屈折率変調を増強する(上記工程(c))。

【0049】なお、ホログラム記録用光源としては、アルゴンレーザの他にHe-Neレーザ、YAGレーザ、Krレーザなどを用いる事ができる。また、ホログラム材料としては、上記材料のような光重合型フォトポリマの他に、重クロム酸ゼラチンやハロゲン化銀など、体積ホログラムが作成可能な材料であればいかなる材料でも使用する事ができる。

【0050】本発明に用いたホログラム素子は、マイクロレンズアレイにより液晶表示パネルの画素に対応する光を収束させるため、ホログラム素子の面内において画素ピッチに対応した周期性は不要であり、干渉縞の記録を一回の記録で行う事ができる。

【0051】式3より、画素ピッチ130 μ m×130 μ mの液晶表示パネルに、焦点距離f=720 μ m(ガラス基板中では液晶表示パネルの対向基板厚1.1mmに相当)のマイクロレンズを用いると、

$$\theta = \tan^{-1}(P/f) = \tan^{-1}(130/720) \approx 10^\circ$$

となる。

【0052】液晶表示パネル7の駆動においては、ノンインターレース駆動する場合には、1フレームの期間にR, G, Bの3回の垂直走査を行い、インターレース駆動する場合には、1フレームが2フィールドで構成されるため、1フィールドの期間にR, G, Bの3回の垂直走査を行い、1フレームの期間には6回の垂直走査を行う。

【0053】本実施例に用いた液晶表示パネル7はインターレース駆動しているため、1フィールド(2フィールドで1フレームとなる)に割り当てられた時間Tは、1フレームが1/30 secであるとする、 $T = 1/(30 \times 2) \approx 16.6$ (msec) となる。よって、この時間T以内にA, B, C及び

A', B', C' のエリアの切換えを行う必要があるため、液晶表示パネル7の垂直走査の時間、つまり垂直走査周期は時間Tの1/3の約5.5 (msec)となる。これに、画像信号の切換え、色光の切換え時間中は表示をブランキングする必要があるため、1 msec以下のレスポンスを持った液晶表示パネルを使用することが好ましい。

【0054】本実施例ではTN（ツイステッド ネマティック）モードの液晶表示パネルを使用した、双安定型ネマティック液晶、強誘電性液晶など、上記液晶表示パネルの垂直走査周期以下のレスポンスを持ったものであれば如何なるものを用いてもよい。

【0055】上記条件のもと液晶表示パネルの垂直走査の3周期のそれぞれに対して第1、第2ホログラム素子4、5の各領域A、B、C及びA'、B'、C'を対応させ、図5に示すabcの光を、A、B、C及びA'、B'、C'を順次移動させることにより切換え（図6参照）、それぞれの光に対応した画像データを順次光束の切換えに同期させて液晶表示パネルの各画素に入力した所、従来のカラーフィルタを用いた単板プロジェクションと比べ、大幅に光利用率が高く、かつ、3倍の解像度を備えた単板式液晶プロジェクションを実現できた。

【0056】なお、本実施例では、第1、第2ホログラム素子4、5を平行に配置したが、図7に示すように「ハ」の字形に配置しても同様の効果が得られる。また、ホログラム素子21としては、図8に示すような板状のホログラム素子を移動させ、A、B、C及びA'、B'、C'の切換えを行ってもよく、さらには、図9に示すような透過型ホログラム素子22など、R、G、B光の入射角度を液晶表示パネルの垂直走査周期と同期させて順次切換えることができるものであればいかなるものを用いてもよく、例えば、ホログラム素子の代わりに図10(a)に示すような、誘電体ミラーとしての円盤状のダイクロイックミラー31を3枚用い、図10(b)に示すように配置することによりR、G、B光の切換えを行なってもよい。また、マイクロレンズの代わりに同様の効果を持たせた透過型ホログラム素子を用いてもよい。

【0057】本実施例では第1、第2ホログラム素子4、5に対して、照明光を図5に示す角度で入射させたが、 θ の値が式3の条件を満たしていればホログラム素子に対する照明光の入射角はこれに限定されるものではない。

【0058】実施例2

図11は本発明の実施例2における投影型カラー画像表示装置の模式図である。以下、実施例1と同じ構成要素には同じ参照番号を付してその説明を省略する。

【0059】実施例1と同様の照明系（光源1、球面鏡2、コンデンサーレンズ3とで構成した照明系）を用い、コンデンサーレンズ3の前方に配置された光学手段

としてのホログラム素子11で光源1中に含まれるR、G、Bの光をそれぞれ異なる方向に回折し、液晶表示パネル7の異なるエリアにそれぞれの光を入射させる。そして、液晶表示パネル7で変調されたR、G、B光は、フィールドレンズ8を通過後、投影レンズ9によりスクリーン10に投影される（フィールドレンズ8、投影レンズ9及びスクリーン10は図示していない）。液晶表示パネル7は480 (H) × 640 (V) 走査線をインターレース駆動しており、画素ピッチは130 μm × 130 μm である。

【0060】本実施例では、図3と同様にA、B、Cの各エリアでR、G、Bのそれぞれの光に対して、回折角の異なるリップマンホログラムにて反射型ホログラムを構成し、色切換え手段としてのキャタピラー状の回転機構（駆動装置）により、液晶表示パネル7の垂直走査周期と同期させてA、B、Cのエリアを移動させることにより、液晶表示パネル7に入射するR、G、B光の入射位置を順次切換える。ここで、Rのホログラム素子は約600nm以上の可視光、Bのホログラム素子は約500nm以下の可視光、Gのホログラム素子は500nm～570nmの可視光をそれぞれ反射するように設定した。

【0061】なお、本実施例ではR、G、B光に対応するホログラム素子3枚を重ねあわせて使用したが、R、G、B光を多重露光することによって、上記分光特性を持たせた多重ホログラム素子1枚を用いてもよい。また、ホログラム素子11は実施例1と同様の方法にて作成した。本実施例に用いた液晶表示パネルは実施例1と同様で、その垂直走査周期が1 msec以下のレスポンスを持ったものであることが好ましい。

【0062】上記条件のもと液晶表示パネルの垂直走査の3周期のそれぞれに対してホログラム素子11の各領域A、B、Cを対応させることで、図12に示すように液晶表示パネル7の3つの領域a、b、cに入射するR、G、Bの光を順次切換えた（図6参照）。そして、この時それぞれの光に対応した画像データを順次光束の切換えに同期させて液晶表示パネルの各画素に入力した所、従来のカラーフィルタを用いた単板プロジェクションと比べ、大幅に光利用率が高く、かつ、3倍の解像度を備えた単板式液晶プロジェクションを実現できた。

【0063】本実施例では、液晶表示パネル7を水平方向に3分割したが、図13に示すように垂直方向に分割することもでき、また、それぞれの光の照射エリアを等面積とする必要もない。

【0064】なお、ホログラム素子11としては、図14に示すような板状のホログラム素子23を移動させ、A、B、Cの切換えを行ってもよく、さらには、図15に示すような透過型ホログラム素子24など、R、G、B光の入射角度を液晶表示パネルの垂直走査周期と同期させて順次切換えることができるものであればいかなるものを用いてもよく、実施例1の図10で示したよう

な、誘電体ミラーとしての円盤状のダイクロイックミラー31を3枚用いてもよい。ただし、この場合、ダイクロイックミラーにより分光された光が液晶表示パネルの異なるエリアに入射するようにダイクロイックミラーの角度を調節する。

【0065】実施例3

図16は本発明の実施例3における投影型カラー画像表示装置の模式図である。以下、実施例1と同じ構成要素には同じ参照番号を付してその説明を省略する。

【0066】実施例1と同様の照明系（光源1、球面鏡2、コンデンサーレンズ3とで構成した照明系）を用い、コンデンサーレンズ3の前方には光学手段としての反射型の第1ホログラム素子12と第2ホログラム素子13とが配置されている。第1ホログラム素子12は、光源1中に含まれるR、G、Bの光をそれぞれ異なる方向に回折する。第2ホログラム素子13は、第1ホログラム素子12からのR、G、Bの回折光を受け、これらの光をマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル7にそれぞれ異なる角度で入射するように回折する。また、集光手段としてのマイクロレンズアレイ6には、マイクロレンズを液晶表示パネル7の画素の1ピッチ単位で移動させる色切換え手段としてのアクチュエーター（駆動装置）14が設置されている。このアクチュエーター14としては、モーター、ソレノイド、圧電素子などが利用できる。液晶表示パネル7で変調されたR、G、B光は、フィールドレンズ8を通過後、投影レンズ9によりスクリーン10に投影される。

【0067】なお、本実施例では液晶表示パネル7の3つの画素に対して1つのマイクロレンズが対応しており、図17に示すようにマイクロレンズを、液晶表示パネルの垂直走査周期と同期させて図中a、b、cの位置に液晶表示パネルの画素の1ピッチ単位で順次移動させることにより、液晶表示パネルの画素開口部に入射するR、G、B光が順次切替わる。また、液晶表示パネルは480(H)×640(V)走査線をインターレース駆動しており、画素ピッチは130 μ m×130 μ mのデルタ配列である。この液晶表示パネル7に対するR、G、B光の入射角度は実施例1と同様10°である。

【0068】本実施例ではR、G、Bのそれぞれの光に対応するリップマンホログラムを3枚重ね合わせて第1、第2ホログラム素子12、13をそれぞれ構成し、Rのホログラム素子は約600nm以上の可視光、Bのホログラム素子は約500nm以下の可視光、Gのホログラム素子は500nm～570nmの可視光をそれぞれ反射するように設定した。第1、第2ホログラム素子12、13としてはR、G、B光を多重露光することによって上記分光特性を持たせた多重ホログラム素子1枚を用いてもよい。また、第1、第2ホログラム素子12、13は実施例1と同様の方法にて作成した。本実施例に用いた液晶表示パネルは実施例1と同様で、その垂直走査周期

が1msec以下のレスポンスを持ったものであることが好ましい。

【0069】上記条件のもと液晶表示パネルの垂直走査の3周期のそれぞれに対してマイクロレンズをa b cの位置に順次移動させることにより、図6に示すように液晶表示パネル7の画素に対してR、G、Bの光を順次時分割で入射させた。そして、この時それぞれの光に対応した画像データを順次光束の切換えに同期させて液晶表示パネルの各画素に入力した所、従来のカラーフィルタを用いた単板プロジェクションと比べ、大幅に光利用率が高く、かつ、3倍の解像度を備えた単板式液晶プロジェクションを実現できた。

【0070】本実施例では、デルタ配列の液晶表示パネル7に対してマイクロレンズを配置したが、ストライプ配列の液晶表示パネルに対しても本発明を適用することができる。また、マイクロレンズの代わりに同様の効果を持たせた透過型ホログラム素子を用いてもよい。さらには、本実施例では、マイクロレンズを液晶表示パネルの垂直走査周期に同期させて、水平方向に移動させたが、図18に示すa'、b'、c'方向に移動させてもよい。

【0071】本実施例では光の分光手段としての第1、第2ホログラム素子12、13に反射型ホログラム素子を用いたが、透過型のホログラム素子など光を分光できるものであればいかなるものを用いてもよく、ホログラム素子12、13の他に、図19に示すような誘電体ミラーとしてのダイクロイックミラー31を3枚用いてもよい。

【0072】実施例4

図20は本発明における投影型画像表示装置の実施例4の構成を示す説明図である。この実施例でも投影型カラー画像表示装置を例に挙げて説明する。以下、実施例1と同じ構成要素には同じ参照番号を用いる。

【0073】この図において、1は光源、2は球面鏡、3はコンデンサーレンズ、7は集光手段としてのマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル、8はフィールドレンズ、9は投影レンズ、10はスクリーンである。

【0074】本実施例では、このように、実施例1と同様の照明系（光源1、球面鏡2、コンデンサーレンズ3とで構成した照明系）と、実施例1と同様のマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル7と、実施例1と同様の投影系（フィールドレンズ8、投影レンズ9、スクリーン10とで構成した投影系）を用いている。41はダイクロイックミラーからなる誘電体ミラーである。この誘電体ミラー41は角度 θ_2 ずつずらして配置したR用、G用、B用の3枚の誘電体ミラーから構成されている。42は平面鏡であり、本実施例においては、光学手段は3枚の誘電体ミラー41と平面鏡42から構成されている。43は平面鏡42の角度を変える色切換え手

段としてのステッピングモータ（駆動装置）である。

【0075】本実施例においては、画像表示パネルとして液晶表示パネル7を用いたが、他のタイプの画像表示パネルを用いることもできる。光源1としては、150W、アーク長5mm、アークの径2.2mmのメタルハライドランプを用い、光源1のアークが図の紙面に対して水平になるよう配置した。光源1としては、この他にハロゲンランプやキセノンランプを用いることができる。光源1の背面には球面鏡2が配置され、前面には口径80mmφ、焦点距離60mmのコンデンサーレンズ3が配置されている。

【0076】球面鏡2は、その中心が光源1の発光部の中心と一致するように配置され、さらに光源1はその中心がコンデンサーレンズ3の焦点と一致するように配置されている。このような配置により、光源1から出射されてコンデンサーレンズ3を通過した光の平行度は、アーク長方向（図の紙面に水平な方向）で約2.2°、アーク径の方向では約1°である。

【0077】コンデンサーレンズ3の前方に、光源1から照射されるR、G、Bの光束をそれぞれ異なる方向から平面鏡42に反射する3枚の誘電体ミラー41が配置されている。

【0078】平面鏡42は、誘電体ミラー41からのR、G、Bの反射光を、マイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル7に照射する。液晶表示パネル7に入射したR、G、Bの光束は変調され、フィールドレンズ8を通過後、投影レンズ9によりスクリーン10に投影される。

【0079】ここで、Rの誘電体ミラーは約600nm以上の可視光、Bの誘電体ミラーは約500nm以下の可視光、Gの誘電体ミラーは500nm～570nmの可視光をそれぞれ反射するように設定した。なお、本実施例ではR、G、B光の分割に、対応する誘電体ミラー41を3枚用いたが、同様の働きをする反射型ホログラム素子を用いてもよい。

【0080】本実施例では、図21に示すように、液晶表示パネル7の3つの画素44に対して1つのマイクロレンズ45が対応している。また、液晶表示パネル7は480(H)×640(V)の走査線をインターレース駆動しており、画素ピッチは130μm×130μmである。この液晶表示パネル7に設けられたマイクロレンズアレイ6に対するR、G、B光の入射角度は、後述するように、液晶表示パネル7の画素ピッチP、およびマイクロレンズアレイ6の焦点距離fから求められる。

【0081】本実施例では、液晶表示パネル7の垂直走査周期と同期させて、駆動装置としてのステッピングモータ43を使って平面鏡42の誘電体ミラー41からのR、G、B光に対する角度を順次切換え、それにより、液晶表示パネル7に対するR、G、B光の入射角度を順次切換えるようにしている。

【0082】ここでは説明を容易にするため、液晶表示パネル7の構成要素である偏光板、配向膜、ブラックマトリクスなどは省略し、また、主光線のみについて示している。駆動装置としては、ステッピングモータ43のかわりに、圧電素子等を使用してもよい。

【0083】光学系をこのように配置したとき、各色の光束の入射角度を次に述べるように適切に選ぶと、図22に示すように、各色の光束をマイクロレンズアレイ6によって各色に対応する画素に振り分けることができる。この条件とは、R、G、B光のどの2色についてもそれらの光束のマイクロレンズアレイ6に対する入射角の差を θ_1 、マイクロレンズの空気中での焦点距離をf、対応する色の水平方向の画素ピッチをPとすると、 $\tan \theta_1 = P/f$ ……(式4)と表すことができる。この角度差は3枚の誘電体ミラー41のなす角度差によって与える。

【0084】同様に、平面鏡42がR、G、Bの入射光束に対してなす角度を θ_2 ずつ切換えると、各色の光束の入射する画素を順次切換えることができる。この角度 θ_2 は3枚の誘電体ミラー41のなす角度差に等しく、 $\theta_2 = \theta_1 / 2$ ……(式5)の条件を満たす。

【0085】上記条件のもと、画素ピッチ130μm×130μmの液晶表示パネル7を用い、焦点距離f=720μm（ガラス基板中では液晶表示素子の対向基板厚1.1mmに相当）のマイクロレンズを用いると、(式4)、(式5)より、 $\theta_1 = \tan^{-1}(P/f) = \tan^{-1}(130/720) \approx 10^\circ$
 $\theta_2 = 5^\circ$ となる。

【0086】液晶表示パネル7の駆動においては、ノンインターレース駆動する場合には、1フレームの期間にR、G、Bの3回の垂直走査を行い、インターレース駆動する場合には、1フレームが2フィールドで構成されるため、1フィールドの期間にR、G、Bの3回の垂直走査を行い、1フレームの期間には6回の垂直走査を行う。

【0087】本実施例で用いた液晶表示パネル7は、インターレース駆動しているため、1フィールドに割り当てられた時間Tは、1フレームが1/30 secであるとすると、

$$T = 1 / (30 \times 2) \approx 16.6 \text{ (msec)}$$

となる。よって、この時間T以内に平面鏡42の入射光束に対する角度を3回切換える必要があるため、液晶表示パネル7の垂直走査の時間、つまり垂直走査周期は時間Tの1/3の約5.5msecとなる。これに、画像信号の切換え、色光の切換え時間中は表示をブランキングする必要があるので、1msec以下のレスポンスを持った液晶表示パネルを使用することが好ましい。

【0088】本実施例ではOCBモード液晶表示パネルを使用した、双安定型ネマティック液晶、強誘電性液晶など、上記のレスポンスを持ったものであれば如何なるものを用いてもよい。

【0089】上記条件のもと、液晶表示パネル7の垂直走査の3周期に対して、平面鏡42のR、G、B光の入射光束に対する角度を順次切換えることによって、液晶表示パネル7の各画素に入射する光束の色を順次切換え、それぞれの光に対応した画像データを光束の切換えに同期させて液晶表示パネルの各画素に入力したところ、従来のカラーフィルタを用いた単板プロジェクションと比べ、大幅に光利用率が高く、かつ、3倍の解像度を備えた単板式液晶プロジェクションを実現できた。

【0090】実施例5

図23は本発明における投影型画像表示装置の実施例5の構成を示す説明図である。この実施例でも投影型カラー画像表示装置を例に挙げて説明する。以下、実施例1と同じ構成要素には同じ参照番号を用いる。

【0091】実施例1と同様の照明系（光源1、球面鏡2、コンデンサレンズ3とで構成した照明系）を用い、コンデンサレンズ3の前方に、光源1から照射されるR、G、Bの光束をそれぞれ異なる方向から液晶表示パネル7の表示領域でオーバーラップするように反射する光学手段としての3枚のダイクロイックミラーからなる誘電体ミラー51が配置されている。この誘電体ミラー51は角度 θ_2 ずつずらして配置したR用、G用、B用の3枚の誘電体ミラーから構成されている。誘電体ミラー51で反射されたR、G、Bの光束は、集光手段としてのマイクロレンズアレイ6を備えた液晶表示パネル7で変調され、フィールドレンズ8を通過後、投影レンズ9によりスクリーン10に投影される。

【0092】本実施例では、マイクロレンズアレイ6、液晶表示パネル7、及び投影系（フィールドレンズ8、投影レンズ9、スクリーン10とで構成した投影系）には、実施例4と同様のものを用いた。

【0093】本実施例では、図24に示すように、液晶表示パネル7の垂直走査周期と同期させて、3枚の誘電体ミラー51の光源1からの白色光に対する角度を順次切換えることによって、液晶表示パネル7に対するR、G、B光の入射角度を順次切換える。誘電体ミラー51の角度を切換える色切換え手段としての駆動装置は、実施例1と同様にステッピングモータ52を使用した。

【0094】ここで、3枚の誘電体ミラー51のなす角度差によって与えられるR、G、Bの光束のマイクロレンズアレイ6に対する入射角 θ_1 を適切に選ぶと、図24に示すように、マイクロレンズアレイ6によって各色に対応する画素に振り分けることができる。また、3枚の誘電体ミラー51の光源1からの白色光に対する角度を θ_2 ずつ切換えることによって、R、G、Bの光束のマイクロレンズアレイ6に対する入射角をそれぞれ θ_1

だけ変化させることができ、マイクロレンズアレイ6によって各光束が振り分けられる画素が切換わる。ここで、 θ_2 は3枚の誘電体ミラー51のなす角度差に相当する。これらの角度 θ_1 、 θ_2 は実施例4と同様に求められ、式(4)より $\theta_1=10^\circ$ 、式(5)より $\theta_2=5^\circ$ である。

【0095】3枚の誘電体ミラー51の光源1からの白色光に対する角度の切換えは、回転中心を以下のように選ぶと、複数の波長域の光束がオーバーラップする領域は変化しない。

【0096】図25を用いてこれを説明する。図24(b)の状態において、R、G、Bの光束が液晶表示パネル7の表示領域をオーバーラップして照射するように3枚の誘電体ミラー51を配置する。ここで、3枚の誘電体ミラー51の光源1からの白色光に対する角度の切換え θ_2 は、3枚の誘電体ミラー51のなす角度差に等しいため、3枚の誘電体ミラーの交点を回転中心とすれば、切換えによってR、G、Bの光束がオーバーラップする領域は変化しない。すなわち、光の隙れが発生せず、効率よく光を利用することができる。なお、本実施例では、R、G、B光の分割に、対応する誘電体ミラー3枚を用いたが、同様の働きをする反射型ホログラム素子を用いてもよい。

【0097】本実施例では、誘電体ミラー51に対する光束の入射角、および反射角は上記のように、 $\pm 5^\circ$ だけ変化する。このとき、誘電体ミラー51からの反射光の波長域は入射角によって約 $\pm 5\text{nm}$ シフトするので、観察者には、液晶表示パネル7の1フィールド時間（誘電体ミラー51の入射光束に対する角度が3回切換わる時間）内の平均の色度が観察される。そこで、この色度が十分な色再現性をもつ範囲でR、G、Bに対応する3枚の誘電体ミラー51が反射する波長域を設計した。

【0098】すなわち、図24の(a)、(b)、(c)における誘電体ミラー51が反射する波長域を、それぞれ図26、図27、図28のように設計し、これらの波長域の光が重ね合わされた状態で十分な色再現性をもつように誘電体ミラーを設計した。本実施例に用いた液晶表示パネルは実施例4と同様で、その垂直走査周期が1msec以下のレスポンスを持ったものであることが好ましい。

【0099】上記条件のもと、液晶表示パネル7の垂直走査の3周期に対して、誘電体ミラー51の光源1からの白色光に対する角度を順次切換えることによって、液晶表示パネル7の各画素に入射する光束の色を順次切換え、それぞれの光に対応した画像データを光束の切換えに同期させて液晶表示パネルの各画素に入力したところ、従来のカラーフィルタを用いた単板プロジェクションと比べて大幅に光利用率が高く、かつ、3倍の解像度を備えた単板式液晶表示プロジェクションを実現できた。

【0100】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、光源からの白色光を赤、緑、青に分割し、それぞれの光束を液晶表示パネルの対応する画素に入射させるとともに、各画素に入射する赤、緑、青の光を時分割で順次切替えることにより、コンパクトであるという単板式の利点を生かしながら、光利用率が高く、かつ、高解像度なカラー画像を安価に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る投影型カラー画像表示装置の模式図である。

【図2】実施例1のマイクロレンズの配置図である。

【図3】実施例1のホログラム素子の説明図である。

【図4】実施例1の液晶表示パネルに振り分けられた光が入射される状態を示す説明図である。

【図5】実施例1の光学系の説明図である。

【図6】実施例1の液晶表示パネルの3つの領域a, b, cに入射するR, G, Bの光の切替え状態を示す説明図である。

【図7】ホログラム素子の他の設置方法を示す説明図である。

【図8】ホログラム素子の他の形状を示す説明図である。

【図9】透過型ホログラム素子を示す説明図である。

【図10】実施例1にダイクロイックミラーを用いた場合の説明図である。

【図11】本発明の実施例2に係る投影型カラー画像表示装置の模式図である。

【図12】実施例2の液晶表示パネルに入射する各波長の光の照射エリアを示す説明図である。

【図13】実施例2の液晶表示パネルに入射する各波長の光の照射エリアの他の例を示す説明図である。

【図14】ホログラム素子の他の形状を示す図である。

【図15】透過型ホログラム素子を示す説明図である。

【図16】本発明の実施例3に係る投影型カラー画像表示装置の模式図である。

【図17】実施例3のマイクロレンズの移動状態を示す説明図である。

【図18】実施例3のマイクロレンズの移動状態の他の例を示す図である。

【図19】実施例3にダイクロイックミラーを用いた場合の説明図である。

【図20】本発明における投影型画像表示装置の実施例

4の構成を示す説明図である。

【図21】実施例4のマイクロレンズの配置図である。

【図22】実施例4の液晶表示パネルに振り分けられた光が入射される状態を示す説明図である。

【図23】本発明における投影型画像表示装置の実施例5の構成を示す説明図である。

【図24】実施例5の液晶表示パネルに振り分けられた光が入射される状態を示す説明図である。

【図25】実施例5の誘電体ミラーの光源からの白色光に対する角度の切替えを示す説明図である。

【図26】実施例5の誘電体ミラーが反射するR光の波長域を示すグラフである。

【図27】実施例5の誘電体ミラーが反射するG光の波長域を示すグラフである。

【図28】実施例5の誘電体ミラーが反射するB光の波長域を示すグラフである。

【図29】従来のフィールド順次方式の説明図である。

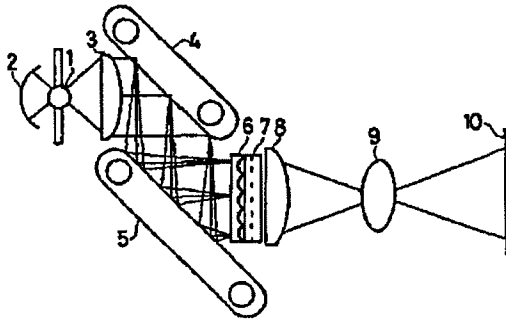
【図30】2光束干渉によるホログラムの書き込み方法を示す説明図である。

【図31】Kogelnikのカップル波理論によるホログラム素子の回折効率を示すグラフである。

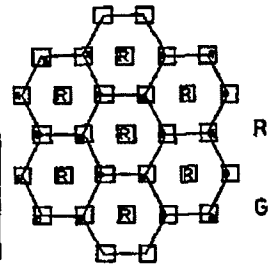
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 球面鏡
- 3 コンデンサーレンズ
- 4, 12 第1ホログラム素子
- 5, 13 第2ホログラム素子
- 6 マイクロレンズアレイ
- 7 液晶表示パネル
- 8 フィールドレンズ
- 9 投影レンズ
- 10 スクリーン
- 11 ホログラム素子
- 14 アクチュエーター
- 21 板状のホログラム素子
- 22 透過型ホログラム素子
- 31 ダイクロイックミラー
- 41, 51 誘電体ミラー
- 42 平面鏡
- 43, 52 ステッピングモータ
- 44 画素
- 45 マイクロレンズ

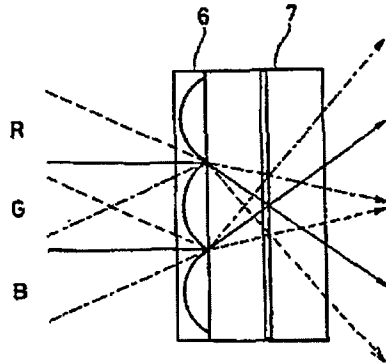
【圖1】



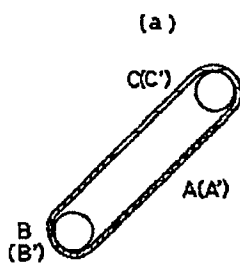
【圖2】



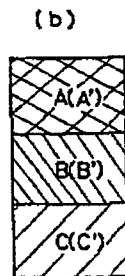
【圖4】



【圖3】

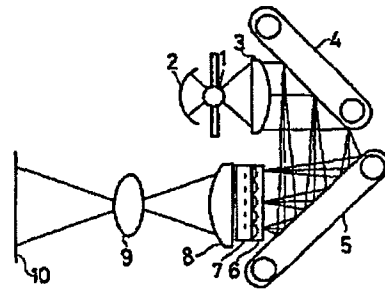


(a)

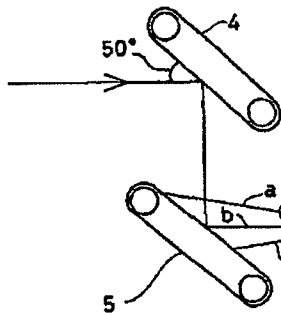


(b)

【圖7】



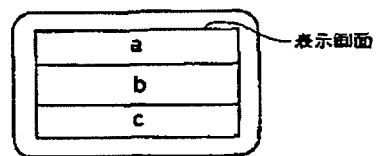
【圖5】



【圖6】

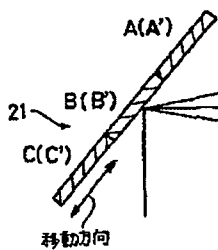
	垂直走査周期		
	1	2	3
a	R	B	G
b	G	R	B
c	B	G	R

【圖12】

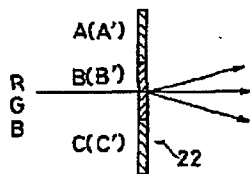


【圖10】

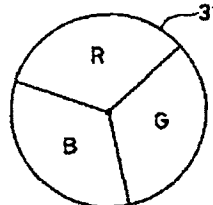
【圖8】



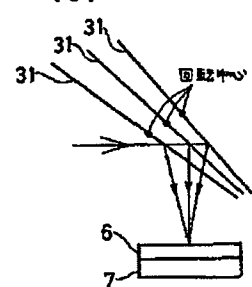
【圖9】



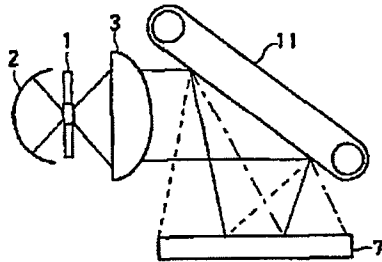
(a)



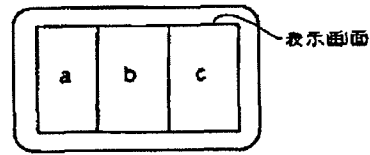
(b)



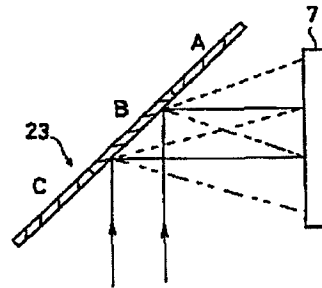
【圖11】



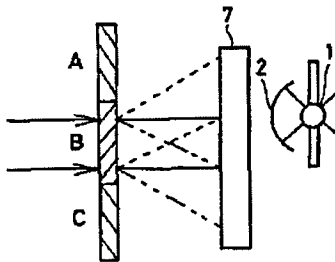
【圖13】



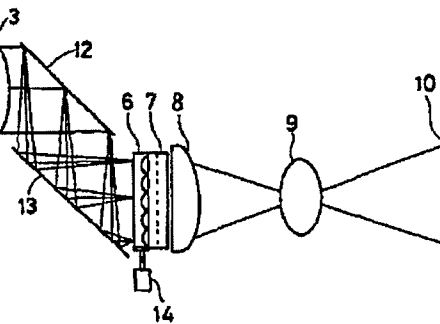
【圖14】



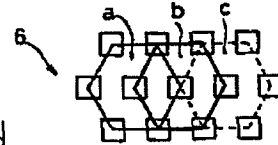
【圖15】



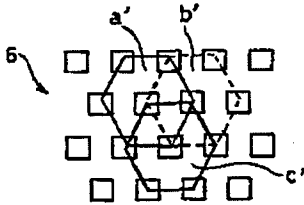
【圖16】



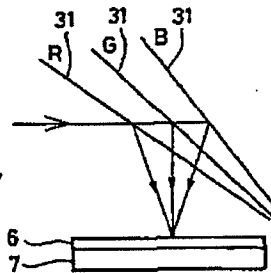
【圖17】



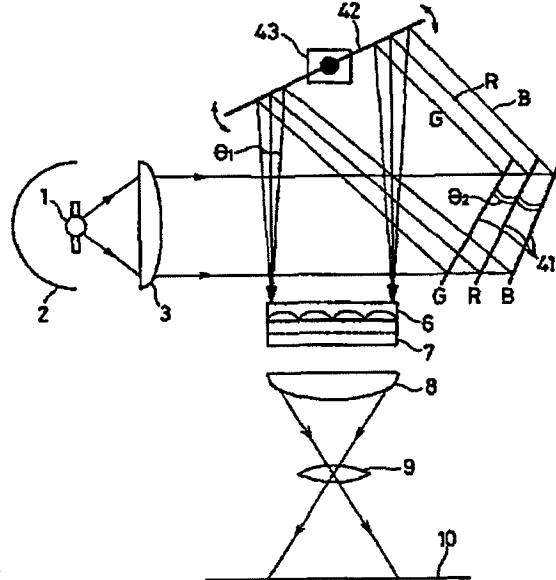
【圖18】



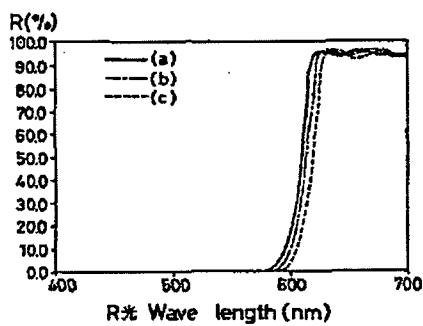
【圖19】



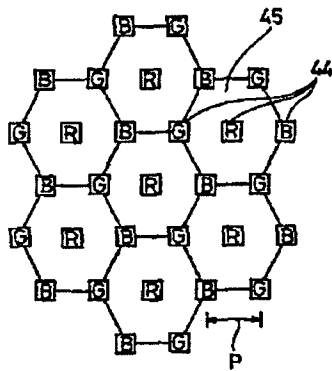
【圖20】



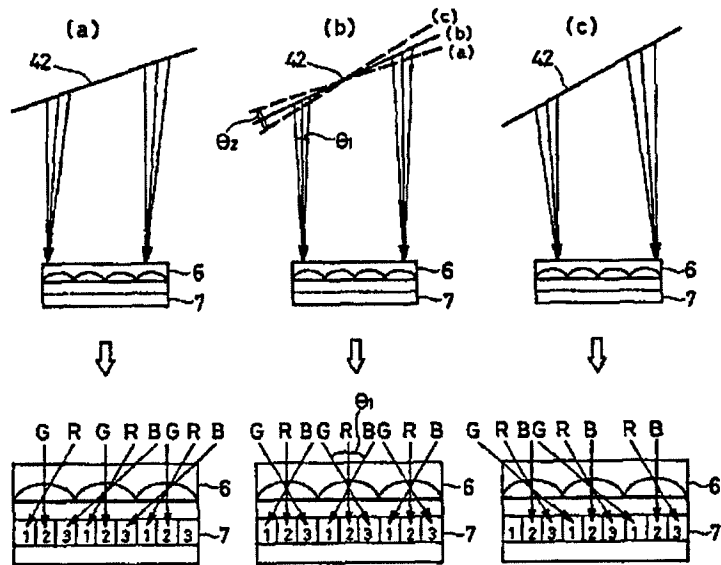
【圖26】



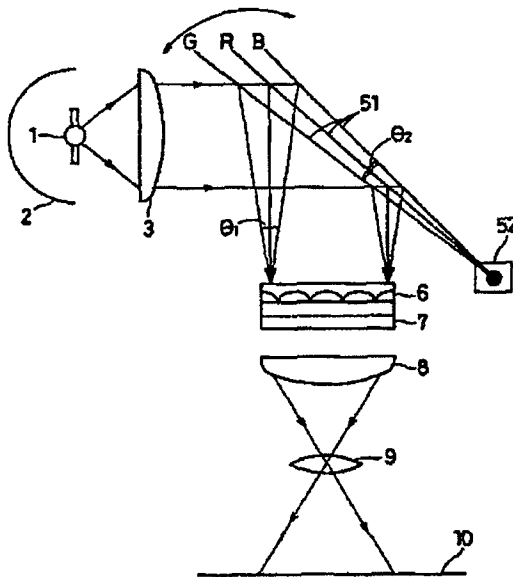
【図21】



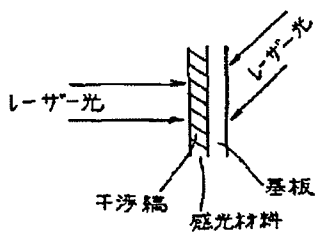
【図22】



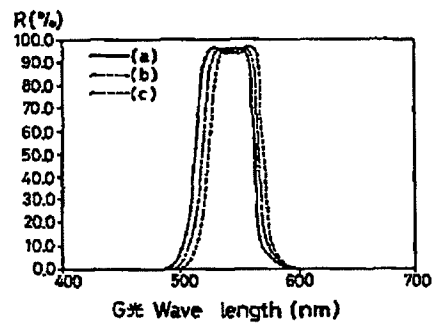
【図23】



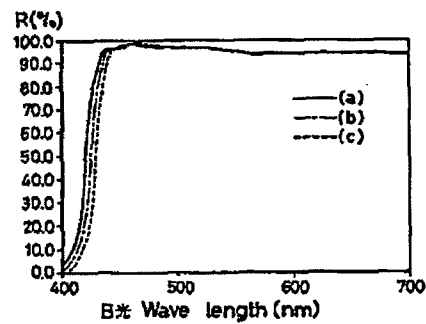
【図30】



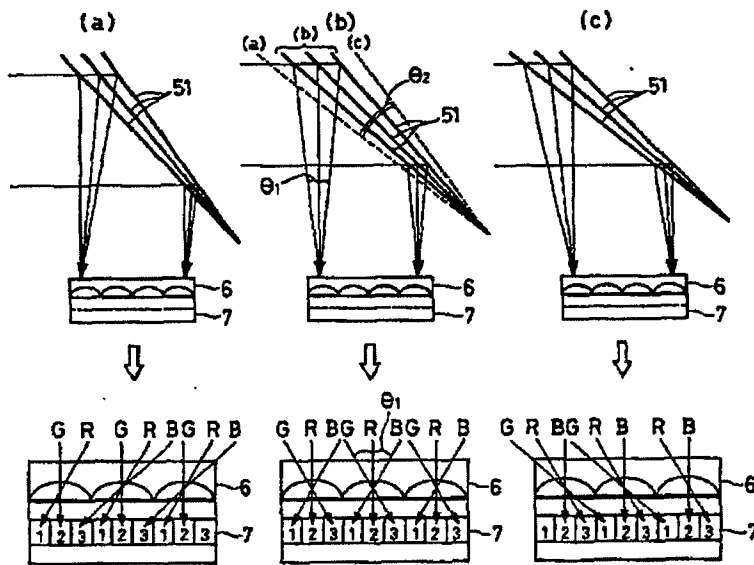
【図27】



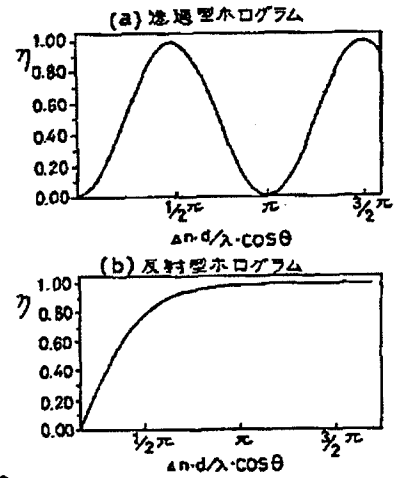
【図28】



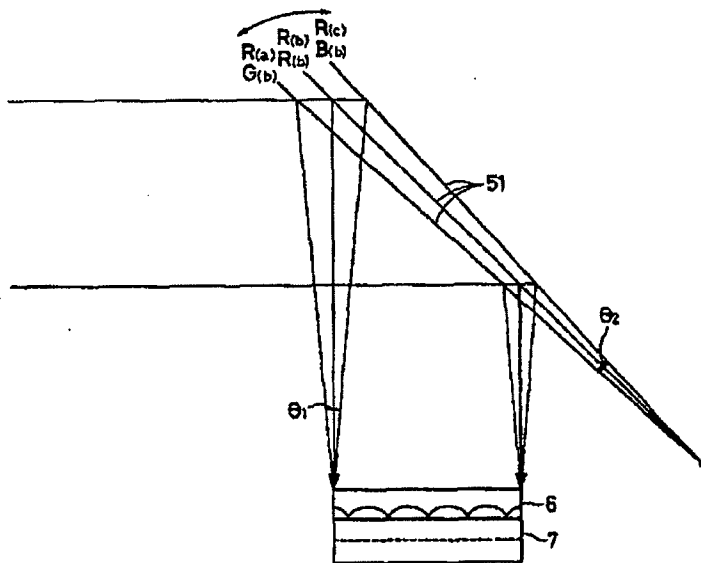
【図24】



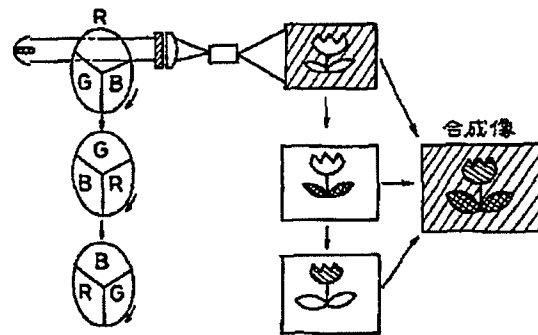
【図31】



【図25】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 長島 伸悦
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 増田 岳志
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内